



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология высокотемпературных неметаллических материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

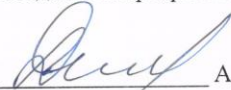
Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1, 2
Семестр	2, 3

Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий

10.02.2021, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

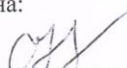
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ,

канд. техн. наук



Н.Ю. Свечникова

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД,

канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплотехника» являются:

подготовка бакалавров, способных разрабатывать технологии, основанные на экономии топливно-энергетических ресурсов, с максимальной возможностью использования внутренних источников энергии на химических предприятиях.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Техническая термодинамика и теплотехника входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физическая химия

Физика

Общая и неорганическая химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Химические реакторы

Проектная деятельность

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Химическая технология высокотемпературных неметаллических материалов

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Техническая термодинамика и теплотехника» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.1	Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2.2	Выбирает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 91,15 акад. часов;
- аудиторная – 87 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,15 акад. часов
- самостоятельная работа – 89,15 акад. часов;

– подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел1.Техническая термодинамика								
1.1 Законы термодинамики для открытых систем; анализ основных процессов в открытых системах	2	6	10/6И		17	Подготовка к лабораторно-практическому занятию №1, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №1, устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.2 1.2.Турбины и компрессора, эжекторы, сопла.		6	12/4И		18	Подготовка к лабораторно-практическому занятию №2, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №2, устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.3 1.3.Циклические процессы преобразования теплоты в работу; теплосиловые установки, холодильные машины, тепловые насосы		5	12/3,6И		21,05	Подготовка к лабораторно-практическому занятию №3, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №3, устный опрос	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		17	34/13,6И		56,05			
Итого за семестр		17	34/13,6И		56,05		зачёт	
2. Раздел 2. Теплотехника								
2.1 2.1. Топливо: его теплотехнические харак-теристики. Природное и искусственное топливо	3	4		4/2И	10	Подготовка к практическому занятию, работа с библиографическим материалами	Лабораторная работа №1	ОПК-2.1, ОПК-2.2

2.2 2.2. Подготовка топлива к сжиганию		4		4/2И	5	Выполнение практического задания №1, работа с библиографическим материалами	Практическое задание №1	ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.3 2.3. Топливосжигающие устройства, классификация, типы.		5		4/2И	5	Выполнение практического задания №2, работа с библиографическим материалами	Практическое задание №2	ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.4 2.4. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Классификация ВЭР. Агрегаты для использования ВЭР		5		6/1,2И	13,1	Выполнение практического задания №3, работа с библиографическим материалами	Практическое задание №3	ОПК-2.1, ОПК-2.2
Итого по разделу		18		18/7,2И	33,1			
Итого за семестр		18		18/7,2И	33,1		экзамен	
Итого по дисциплине		35	34/13,6 И	18/7,2 И	89,15		зачет, экзамен	

5 Образовательные технологии

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков.

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий.

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя). Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1.Круглов Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Учебники для вузов: Специальная литература). - ЭБС Лань. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=503896>. – Заглавие с экрана.

2. Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Дзюзер В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей [Эл.рес.]: Учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 384 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=356818>. Заглавие с экрана ISBN 978-5-8114-1949-4.

2. Бажин Н. М. Термодинамика для химиков [Текст]: учебник / Н. М. Бажин, В. А. Иванченко, В. Н. Пармон. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Химия : КолосС, 2004. - 416 с. : ил., диагр., схемы, табл. - (Для высшей школы).

в) Методические указания:

1.Свечникова, Н. Ю. Практикум по технической термодинамике и теплотехнике : практикум / Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, А. В. Горохов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3545.pdf&show=dcatalogues/1/1515134/3545.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Название лаборатории» оснащена лабораторным оборудованием:
 - лабораторное оборудование для проведения лабораторных работ:
 - Определение холодильного коэффициента компрессионной холодильной установки;
 - Определение коэффициента политропы при сжатии газа в поршневом компрессоре;
 - Определение тепловых потоков.
3. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
4. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень лабораторных работ

1. Определение холодильного коэффициента компрессионной холодильной установки
2. Определение коэффициента политропы при сжатии газа в поршневом компрессоре
3. Определение тепловых потоков

Домашнее расчетное задание №1 «Расчет горения твердого топлива»

Рассчитать горение каменного угля с заданным элементным анализом на сухую массу.

Рассчитать горение смеси доменного и коксового газа с заданной теплотой сгорания.

1. Рассчитать горение **твердого топлива** с элементным анализом на сухую массу:

- 1) Определить необходимый объем кислорода на горение твердого топлива;
- 2) Определить состав и объем продуктов горения твердого топлива;
- 3) Определить калориметрическую температуру горения твердого топлива.

Для расчета использовать следующие данные:

- коэффициент избытка воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- атмосферное давление;
- парциальное давление водяного пара;
- температура поступающего из атмосферы воздуха;
- температура нагрева воздуха;
- пиротехнический коэффициент.

Список вопросов для проведения зачета по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»

Основные термодинамические процессы в газах и парах. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы газа при его расширении.

Частные процессы изменения состояния газов.

Политропный процесс изменения состояния газов.

Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Цикл Карно.

Ступени турбины и компрессора, эжекторы, сопла.

Основные характеристики поршневых компрессоров. Теоретический цикл работы поршневого компрессора.

Водяной пар. Процесс парообразования в $p-v$ -диаграмме. Определение параметров состояния водяного пара. Процессы изменения состояния водяного пара.

Процессы истечения и дросселирования паров и газов. Дросселирование паров и газов.

Термодинамические циклы теплосиловых установок. Теплосиловые установки, холодильные машины, тепловые насосы. Классификация холодильных установок. Теоретические основы процессов получения холода.

Список вопросов для проведения экзамена по дисциплине

Основы теплопередачи. Способы переноса тепла.

Дифференциальное уравнение теплопроводности при стационарном тепловом режиме. Закон Фурье.

Определения теплового потока плоской стенки.

Свободная и вынужденная конвекция.

Закон Ньютона-Рихмана и плотность теплового потока

Закон Стефана-Больцмана и плотность теплового потока, переданного излучением.

Топливо, классификация, теплотехнические свойства топлив.

Подготовка топлив к сжиганию.

Топливо сжигающие установки (ТСУ).

Классификация ТСУ. ТСУ для сжигания твердого топлив.

Характеристика ТСУ для сжигания жидких топлив.

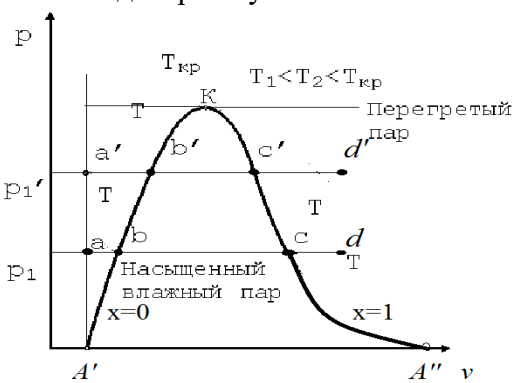
Характеристика ТСУ для сжигания газообразных топлив.

Энерготехнические агрегаты.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности		
ОПК-2.1	Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Список вопросов для проведения зачета по дисциплине Основные термодинамические процессы в газах и парах. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Определение работы газа при его расширении. Частные процессы изменения состояния газов. Политропный процесс изменения состояния газов. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Цикл Карно. Ступени турбины и компрессора, эжекторы, сопла. Основные характеристики поршневых компрессоров. Теоретический цикл работы поршневого компрессора. Водяной пар. Процесс парообразования в $p-v$-диаграмме. Определение параметров состояния водяного пара. Процессы изменения состояния водяного пара. Процессы истечения и дросселирования паров и газов. Дросселирование паров и газов. Термодинамические циклы теплосиловых установок. Теплосиловые установки, холодильные машины, тепловые насосы. Классификация холодильных установок. Теоретические основы процессов получения холода. Список вопросов для проведения экзамена по дисциплине Основы теплопередачи. Способы переноса тепла. Дифференциальное уравнение теплопроводности при стационарном тепловом режиме. Закон Фурье. Определения теплового потока плоской стенки. Свободная и вынужденная конвекция. Закон Ньютона-Рихмана и плотность теплового потока Закон Стефана-Больцмана и плотность теплового потока, переданного излучением. Топливо, классификация, теплотехнические

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		свойства топлив. Подготовка топлив к сжиганию. Топливо сжигающие установки (ТСУ). Классификация ТСУ. ТСУ для сжигания твердого топлив. Характеристика ТСУ для сжигания жидких топлив. Характеристика ТСУ для сжигания газообразных топлив. Энерготехнические агрегаты.
ОПК-2.2	Выбирает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Задачи для самостоятельного решения из профессиональной деятельности: Задача 1 Температура нагревателя реальной тепловой машины 127°С, холодильника - +27°С. За один цикл газ получает от нагревателя 64 кДж теплоты, а отдаёт холодильнику 48 кДж. Определите КПД машины (%). Задача 2 Описать диаграмму  1-верхняя пограничная; 2-нижняя пограничная; 3-нулевая линия. Задание на решение задач из профессиональной области Провести анализ протекания термодинамического процесса сжатия газа в поршневом компрессоре при определении коэффициента политропы (лабораторная работа №2): 1.Определить показатель политропы через удельный объем: $n = \frac{\log\left(\frac{p_2}{p_1}\right)}{\log\left(\frac{v_1}{v_2}\right)}$ 2. Проверить правильность определения показателя политропы, для этого определить температуру на выходе из компрессора по найденному показателю политропы:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$T_2 = T_1 * \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{(n-1)}{n}}$ 3.Определить работу компрессора по формуле: $L = \frac{n}{(n-1)} * P_1 v_1 \left(\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{(n-1)}{n}} - 1 \right)$ 4.Определить массу воздуха, сжатого в компрессоре: $G = \frac{N}{\left(\frac{n}{(n-1)} * (P_2 v_2 - P_1 v_1) \right)}$ 5.Определить объем воздуха, сжатого в компрессоре: $V = \frac{G}{\rho_2}$

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме:

- выполнения и защиты лабораторных работ;
- выполнения и защиты домашней расчетной работы;
- **зачета;**
- **экзамена.**

Выполнение лабораторных работ проводится в учебных аудиториях для проведения лабораторных работ по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника» под руководством преподавателя, расчет и подготовка к сдаче лабораторной работы осуществляется обучающимся самостоятельно.

Критерии оценивания лабораторных работ: **«зачтено»**, **«не зачтено»**.

Домашняя расчетная работа выполняется самостоятельно, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса Техническая термодинамика и теплотехника». При выполнении работы обучающийся должен показать свое умение работать со справочной литературой и другими литературными источниками, а также возможность анализировать полученные результаты.

Критерии оценивания домашней работы: **«зачтено»**, **«не зачтено»**.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- оценку **«зачтено»** студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.
- оценку **«незачтено»** студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.